

Стратегия управления качеством в индустрии 4.0 и построения когнитивной экономики на базе производственно-технологических факторов в РФ и ЕС

Матыцин Д.Е.

Институт права Волгоградского государственного университета

В данной работе уточнена сущность, выделены и четко определены элементы качества в индустрии 4.0, предложены оценочные индикаторы, с помощью которых произведена поликритериальная оценка качества в индустрии 4.0, детерминированы и обоснованы источники его повышения в РФ и ЕС. Подробно исследовано и доказано сильное влияние производственно-технологических факторов на успехи в построении когнитивной экономики в РФ и ЕС, а также обозначены перспективы оптимизации влияния данных факторов в интересах ускоренного построения когнитивной экономики, выявлена специфика причинно-следственных связей управления качеством в индустрии 4.0 в странах Западной и Восточной Европы.

Цель статьи – разработка программно-целевой стратегии управления качеством в индустрии 4.0 и построения когнитивной экономики на базе производственно-технологических факторов в РФ и ЕС.

Материал и методы. В основу исследования положен гипотетико-дедуктивный принцип. При изучении причинно-следственных связей управления качеством в индустрии 4.0 в Российской Федерации и странах Европейского союза применяется метод корреляционного анализа.

Результаты и их обсуждение. В качестве результатов исследования представлены: 1) причинно-следственные связи управления качеством в индустрии 4.0 в РФ и ЕС; 2) опыт и перспективы построения когнитивной экономики на базе производственно-технологических факторов в РФ и ЕС; 3) программно-целевая стратегия управления качеством в индустрии 4.0 и построения когнитивной экономики на базе производственно-технологических факторов в РФ и ЕС.

Заключение. Вклад проведенного исследования в развитие экономической науки состоит в структурировании элементов качества индустрии 4.0, обосновании их управляемости и выявлении ключевых источников повышения качества индустрии 4.0 в странах Западной и Восточной Европы.

Ключевые слова: качество, стратегия, индустрия 4.0, когнитивная экономика, Российская Федерация, Европейский союз, производственно-технологические факторы.

Strategy of Quality Management in the 4.0 Industry and of Building Cognitive Economy on the Basis of Production Technological Factors in the RF And EU

Matytsin D.E.

Volgograd State University Institute of Law

The following advantages over the competitive literature make the research unique and significant for the economic science and practice. Firstly, the paper specifies the essence, identifies and clearly defines quality elements in the 4.0 industry, points out assessment indicators and, applying them, makes poly-criteria quality assessment in the 4.0 industry, determines and substantiates sources for its improvement in the RF and EU. Secondly, a strong influence of production technological factors on success in building cognitive economy in the RF and EU is studied in detail and proved; optimization prospects for the impact of these factors in the interests of the accelerated building of cognitive economy are also identified. Thirdly, specificity of the reason and consequence links of quality management in the 4.0 industry in the countries of Eastern and Western Europe is found out due to which the study is of increased empiric value, since it makes it possible to work out specific programs for 4.0 industry development in the countries of Europe taking into account their peculiarities. Fourthly, issues of quality management in the 4.0 industry as well as of building cognitive economy on the basis of production technological factors are profoundly studied, due to which a general program and goal strategy for the RF and EU is developed, in which the synergetic effect is extracted, that provides increased efficiency of management measures.

The purpose of the article is development of the program and goal strategy for quality management in the 4.0 industry and of building cognitive economy on the basis of production technological factors in the RF and EU.

Material and methods. The study is based on the hypothetic and deduction principle. In the study of the reason and consequence links of quality management in the 4.0 industry in the Russian Federation and EU countries the method of correlation analysis is applied.

Findings and their discussion. The research findings are: 1) the reason and consequence links of quality management in the 4.0 industry in the Russian Federation and EU countries; 2) the experience and prospects of building cognitive economy based on the production technological factors in the RF and EU; 3) the program and goal strategy of quality management in the 4.0 industry and of building cognitive economy on the basis of production technological factors in the RF and EU.

Conclusion. The research contribution into the development of economic science is in structuring the elements of the 4.0 industry quality, in substantiating their ability to be managed and in identifying key sources for the improvement of the 4.0 industry quality in the countries of Eastern and Western Europe.

Key words: quality, strategy, the 4.0 industry, cognitive economy, the Russian Federation, European Union, production technological factors.

Перспективы развития современных хозяйственных систем связываются с переходом к индустрии 4.0 [1]. Об этом свидетельствуют принятие и запуск большинством стран мира стратегий цифровой модернизации экономики и перехода к индустрии 4.0 [2]. В России принята и реализуется под управлением Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [3]. В Европейском союзе под руководством European Commission осуществляется “Europe investing in digital: the Digital Europe Programme” [4].

Переход к индустрии 4.0 происходит в интересах построения когнитивной экономики – социально-экономической системы, в которой знания наделяются высокой ценностью, что генерирует рыночные стимулы к наращению человеческого потенциала [5], а в предпринимательстве конкуренция ведется на уровне информации, знаний и технологий, создаются условия для обмена знаниями, внедрения инноваций и раскрытия человеческого потенциала [6]. Преимуществами когнитивной экономики выступают высокая и устойчивая глобальная конкурентоспособность, сниженная цикличность и стабильный экономический рост, более высокий уровень и качество жизни населения.

Несмотря на то, что курс на переход к индустрии 4.0 действительно способствует построению когнитивной экономики, серьезным барьером на этом пути являются недостаточная управляемость индустрии 4.0 и хаотичность ее развития. Это происходит потому, что переход к индустрии 4.0 рассматривается как самоцель. Хотя внедрение передовых технологий в государственном управлении, обществе и бизнесе позволяет укрепить позиции национального предпринимательства на мировых рынках высоких технологий и высокотехнологичной продукции, а также увеличить глобальную конкурентоспособность экономики [7], оно не гарантирует целевых внутренних социально-экономических трансформаций в хозяйственной системе [8].

Для построения когнитивной экономики необходимо обеспечение высокого качества в индустрии 4.0, что будет способствовать позитивному

влиянию на экономику производственно-технологических факторов. Достижению этого в практике современных хозяйственных систем препятствуют следующие научно-исследовательские проблемы. Первый пробел: недостаточная проработанность научно-методических вопросов измерения и управления качеством в индустрии 4.0 [9]. К настоящему времени существует и активно применяется множество показателей для измерения прогресса в индустрии 4.0, среди которых уровень развития и доступности цифровой инфраструктуры и активность внедрения прорывных технологий.

Вопросам качества при изучении и управлении индустрией 4.0 уделяется недостаточно внимания, хотя, как и любые инновации, она связана с риском и не гарантирует извлечения преимуществ [10]. В то время как существует множество глобальных отчетов об уровне развития индустрии 4.0 (к примеру, World Digital Competitiveness Report, ежегодно выпускаемый IMD (2020)), отсутствует четкое представление о качестве в индустрии 4.0. Из-за этого предприятия индустрии 4.0 не закрепляют рост качества в корпоративных планах, а государственные регуляторы вынуждены руководствоваться общими показателями, не уделяя внимания качеству.

Второй пробел: неопределенность причинно-следственных связей влияния производственно-технологических факторов хозяйственной системы и требований к влиянию этих факторов на построение когнитивной экономики. Производственно-технологические факторы как достижения в индустрии 4.0 стимулируют социальные трансформации и обеспечивают переход к информационному обществу, поддерживают внедрение прорывных технологий в практике предпринимательства, а также обеспечивают переход экономики к более высокому (четвертому) технологическому укладу.

Концепция когнитивной экономики прорабатывается и развивается отдельно от индустрии 4.0. Обособленное управление индустрией 4.0 и процессом перехода к когнитивной экономике является «институциональной ловушкой» (неэффективным институтом) современных хозяйственных систем. Отдельные инициативы по развитию интеллектуального капитала (повышение уровня образования, инвестиции в НИОКР

и готовые инновации) приводят к фрагментарным, промежуточным результатам – полномасштабное построение когнитивной экономики возможно только при целенаправленном и высокоточном управлении производственно-технологическими факторами, но для этого отсутствует необходимый научно-методический аппарат [11].

Полагаем, необходима разработка программно-целевой стратегии управления качеством в индустрии 4.0 и построения когнитивной экономики на базе производственно-технологических факторов в Российской Федерации и странах Европейского союза. Также думается, что требует обоснования гипотеза о том, что в Российской Федерации и странах Европейского союза производственно-технологические факторы оказывают сильное влияние на прогресс в построении когнитивной экономики, но влияние этих факторов не оптимально из-за несовершенства управления качеством в индустрии 4.0.

По поставленной проблеме опубликовано множество научных исследований, что указывает на высокую степень ее проработанности. Тем не менее проведенный анализ пробелов показал, что изучаемая проблема остается нерешенной из-за двух исследовательских пробелов. Первый пробел: дефицит научно-методических разработок в области управления качеством в индустрии 4.0. Второй пробел: недостаточная изученность и недоказанность влияния производственно-технологических факторов на построение когнитивной экономики. Для заполнения указанных пробелов в этой работе системно изучаются процесс управления качеством в индустрии 4.0, его последствия для производственно-технологического развития и вклад в построение когнитивной экономики в Российской Федерации и странах Европейского союза.

Цель статьи – разработка программно-целевой стратегии управления качеством в индустрии 4.0 и построения когнитивной экономики на базе производственно-технологических факторов в РФ и ЕС.

Материал и методы. В основу анализа положен гипотетико-дедуктивный принцип. Для достижения наибольшей прикладной значимости и наивысшей детализации исследования в качестве его объектов выбраны страны с разным географическим расположением: страны Восточной и Западной Европы. При изучении причинно-следственных связей управления качеством в индустрии 4.0 в Российской Федерации и странах Европейского союза применяется метод корреляционного анализа. С помощью этого метода определяется связь (корреляционная зависимость) элементов качества в индустрии 4.0 с потенциально значимыми источниками повышения качества. При изучении опыта и перспектив построения ког-

нитивной экономики на базе производственно-технологических факторов в Российской Федерации и странах Европейского союза применяется метод корреляционного анализа. С его помощью выявляется и представляется в виде уравнения регрессии зависимость каждого из признаков когнитивной экономики (по отдельности) от всей совокупности производственно-технологических факторов.

Результаты и их обсуждение. Исследование построено по гипотетико-дедуктивному принципу. Экономико-математический смысл сформулированной гипотезы заключается в том, что в Российской Федерации и странах Европейского союза производственно-технологические факторы в целом демонстрируют тесную и положительную связь с проявлениями когнитивной экономики, но их влияние противоречиво, о чем должна свидетельствовать не только положительная, но и отрицательная корреляционная и регрессионная зависимость соответствующих показателей.

Для достижения наибольшей прикладной значимости и наивысшей детализации исследования в качестве его объектов выбраны страны с разным географическим расположением: страны Восточной и Западной Европы. Чтобы охарактеризовать полученную выборку, рассмотрим значения индекса цифровой конкурентоспособности в странах Восточной и Западной Европы в 2020 г. (по итогам 2019 г.) в соответствии с одноименным отчетом IMD, представленные на рисунке 1.

Согласно рисунку 1 в странах Восточной Европы значения индекса цифровой конкурентоспособности в 2020 г. достаточно равномерны. Наибольшее значение этого индекса демонстрируют Польша (73,707 балла) и Россия (70,406 балла). В странах Западной Европы явно выражены различия в уровне их цифровой конкурентоспособности, который наиболее высок в Дании (95,225 балла) и Нидерландах (94,261 балла), а наименьший в Бельгии (82,491 балла). В целом среди отобранных стран Западной Европы уровень цифровой конкурентоспособности выше (87,53 балла в среднем) по сравнению со странами Восточной Европы (64,44 балла в среднем). Это подчеркивает необходимость изучения данных географически обособленных групп стран по отдельности при исследовании индустрии 4.0. При изучении причинно-следственных связей управления качеством в индустрии 4.0 в Российской Федерации и странах Европейского союза применяется метод корреляционного анализа. С помощью этого метода определяется связь (корреляционная зависимость) элементов качества в индустрии 4.0 с потенциально значимыми источниками повышения качества. Элементы качества в индустрии 4.0 выделены в соответствии с World Digital Competitiveness Report 2019, подготовленным

IMD (2020), как источником наиболее полных и авторитетных эмпирических данных по теме индустрии 4.0:

- капитализация IT-корпораций на фондовом рынке как проявление их конкурентоспособности и эффективности, достигаемых за счет высокого качества продукции;
- интернет-торговля как проявление качества распределительных сетей, наиболее высокий уровень которого достигается в Интернете;
- гибкость компаний как проявление учета ими индивидуальных потребностей потребителей, а также изменений в общерыночных потребительских предпочтениях, что приводит к росту качества в аспекте улучшенного удовлетворения потребностей;
- трансфер знаний как проявление использования передовых знаний и технологий при производстве продукции;
- кибербезопасность как проявление безопасности продукции индустрии 4.0 в аспекте защиты персональных данных;
- программное обеспечение как проявление надежности продукции индустрии 4.0 в аспекте ее бесперебойной работы.

В этой работе также выделены следующие потенциально значимые источники повышения качества в индустрии 4.0:

- индекс экономической свободы как показатель влияния государственного регулирования на качество – показатель рассчитан The Heritage Foundation (2020);
- индекс глобализации как показатель влияния международной конкуренции на качество – показатель рассчитан KOF (2020);

– объем инвестиций в экономику как показатель влияния ресурсной обеспеченности на качество – показатель рассчитан International Monetary Fund (2020);

– индекс социального предпринимательства как показатель влияния корпоративной социальной ответственности на качество – показатель рассчитан Institute of Scientific Communications (2020b) и представлен в Social entrepreneurship ranking в составе dataset “Social Entrepreneurship in the World Economy: a Path from Virtual Scores to Big Data – 2020”.

Описанные данные актуальны на 2020 г., сгруппированы в зависимости от географического расположения изучаемых стран в таблице 1. Поскольку элементы качества в индустрии 4.0 доступны в материалах IMD в виде рейтинга, они измеряются в местах, и соответственно, чем их значения меньше, тем лучше. В противоположность им источники повышения качества чем больше, тем лучше. Поэтому о прямой связи показателей будут свидетельствовать отрицательные значения коэффициентов корреляции. При изучении опыта и перспектив построения когнитивной экономики на базе производственно-технологических факторов в Российской Федерации и странах Европейского союза применяется метод корреляционного анализа. С его помощью выявляется и представляется в виде уравнения регрессии зависимость каждого из признаков когнитивной экономики (по отдельности) от всей совокупности производственно-технологических факторов. В качестве производственно-технологических факторов выбраны показатели из рейтинга IMD (2020):

- Роботы в науке и образовании;
- Роботизация промышленности;

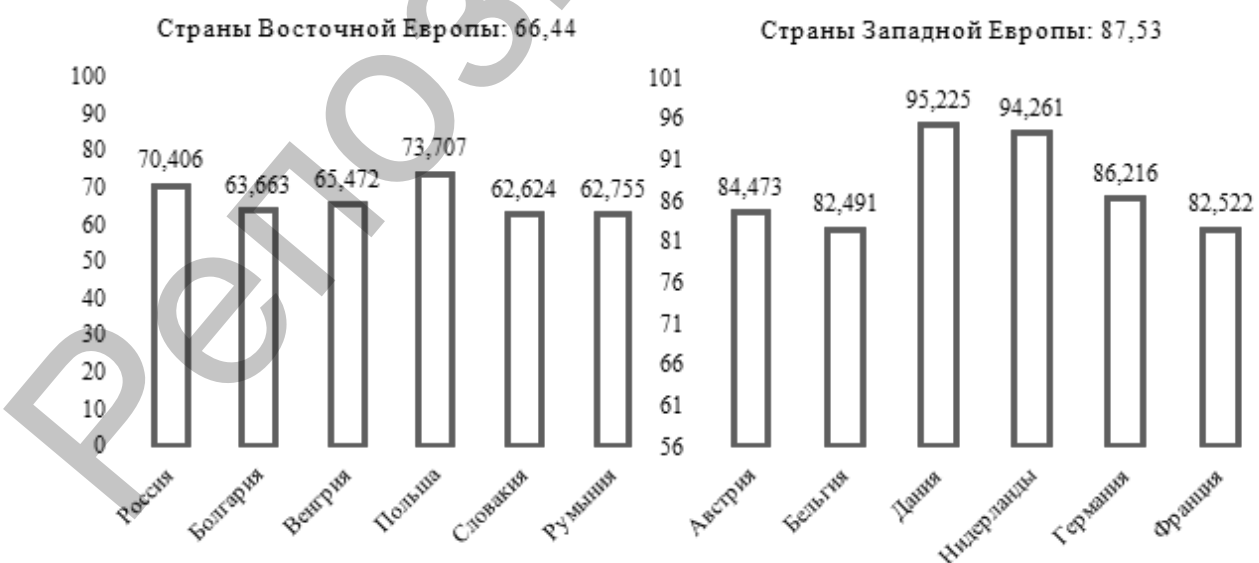


Рисунок 1 – Индекс цифровой конкурентоспособности в странах Восточной и Западной Европы в 2020 г., баллы 1–100

Источник: составлено автором на основе материалов IMD (2020).

Таблица 1 – Элементы и источники качества в индустрии 4.0 в Российской Федерации и странах Европейского союза в 2020 г.

Географическое расположение	Страна	Элементы качества в индустрии 4.0, места 1–63							Источники повышения качества в индустрии 4.0			
		Капитализация ИТ-корпораций на фондовом рынке	Интернет-торговля	Гибкость компаний	Трансфер знаний	Кибербезопасность	Программное обеспечение	Индекс экономической свободы, баллы 1–100	Индекс глобализации, баллы 1–100	Объем инвестиций в экономику, % ВВП	Индекс социального предпринимательства, баллы 1–100	
		IT & media stock capitalization	Internet retailing	Agility of companies	Knowledge transfer	Cyber security	Software piracy	Index of economic freedom	Globalization index	Total investment, % of GDP	Social entrepreneurship index	
Страны Восточной Европы	Россия	43	41	60	57	44	53	61,0	72,45	21,189	61,147	
	Болгария	36	50	56	55	46	50	70,2	80,78	22,227	35,763	
	Венгрия	31	37	50	39	51	27	66,4	84,98	21,277	34,373	
	Польша	35	33	17	38	40	36	69,1	81,33	20,735	46,651	
	Словакия	29	36	22	34	13	30	66,8	83,72	23,763	34,700	
	Румыния	47	40	43	50	32	51	69,7	79,74	25,329	38,515	
	Австрия	39	17	15	12	5	6	73,3	82,86	24,111	51,643	
	Бельгия	32	11	39	16	33	13	68,9	86,84	24,339	45,772	
	Дания	45	4	6	8	17	8	78,3	88,26	20,962	55,713	
Страны Западной Европы	Нидерланды	8	6	10	2	8	13	77,0	90,71	21,806	67,478	
	Германия	9	13	36	10	26	8	73,5	88,60	19,348	61,140	
	Франция	25	14	55	26	22	20	66,0	87,25	21,813	55,341	

Источник: составлено автором на основе материалов IMD (2020), Institute of Scientific Communications (2020b), International Monetary Fund (2020), KOF (2020), The Heritage Foundation (2020).

– Использование больших данных и интеллектуальной аналитики.

В качестве признаков когнитивной экономики выступают следующие показатели:

– Индекс инноваций, доступный в материалах dataset “Big Data of the Modern Global Economy: Digital Platform for Data Mining – 2020” Institute of Scientific Communications (2020a);

– Индекс человеческого развития, также взятый из материалов Institute of Scientific Communications (2020a);

– Высокотехнологичный экспорт согласно подсчетам World Bank (2020).

Указанные показатели отображены в таблице 2, где также введены их обозначения для последующего регрессионного анализа.

Таблица 2 – Признаки когнитивной экономики и потенциально влияющие на них производственно-технологические факторы в Российской Федерации и странах Европейского союза в 2020 г.

Географическое расположение	Страна	Производственно-технологические факторы, места 1–63			Признаки когнитивной экономики		
		Роботы в науке и образовании	Роботизация промышленности	Использование больших данных и интеллектуальной аналитики	Индекс инноваций, баллы 1–100	Индекс человеческого развития, баллы 1–100	Высокотехнологичный экспорт, % от промышленного экспорта
-	-	Robots in Education and R&D	World robots distribution	Use of big data and analytics	-	-	High-technology exports, % of manufactured exports
		x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3
Страны Восточной Европы	Россия	8	34	31	37,62	0,824	10,963
	Болгария	49	45	38	40,35	0,816	10,267
	Венгрия	31	26	50	44,51	0,845	17,538
	Польша	16	21	27	41,31	0,872	10,099
	Словакия	29	37	33	42,05	0,857	10,629
	Румыния	36	35	34	36,76	0,816	11,074
Страны Западной Европы	Австрия	10	23	41	50,94	0,914	11,638
	Бельгия	18	24	35	50,18	0,919	11,946
	Дания	25	30	17	58,44	0,930	13,889
	Нидерланды	27	18	10	61,44	0,933	22,677
	Германия	2	5	46	58,19	0,939	16,368
	Франция	5	8	53	54,25	0,891	25,920

Источник: составлено автором на основе материалов IMD (2020), Institute of Scientific Communications (2020a), World Bank (2020).

Западной Европы капитализация IT-корпораций на фондовом рынке повышается при снижении экономической свободы (1,90%) и оттоке инвестиций из экономики (48,20%), но при глобализации (-62,80%) и развитии социального предпринимательства (-72,32%).

В соответствии с рисунком 3 в странах Восточной Европы интернет-торговля развивается при снижении экономической свободы (14,44%), оттоке инвестиций из экономики (12,71%), но при глобализации (-28,88%) и развитии социального предпринимательства (-7,81%). В странах Западной Европы интернет-торговля развивается при увеличении экономической свободы (-64,90%), глобализации (-73,94%), развитии социального предпринимательства (-39,24%), но при оттоке инвестиций из экономики (32,04%).

В соответствии с рисунком 4 в странах Восточной Европы гибкость компаний повышается при увеличении экономической свободы (-36,98%), глобализации (-48,49%), притоке инвестиций в экономику (-9,88%), но при снижении корпоративной социальной ответственности (23,60%). В странах Западной Европы гибкость компаний повышается при увеличении экономической свободы (-93,09%), глобализации (-7,88%), притоке инвестиций в экономику (-0,66%) и развитии социального предпринимательства (-31,77%).

В соответствии с рисунком 5 в странах Восточной Европы трансфер знаний повышается при увеличении экономической свободы (-21,70%), глобализации (-77,49%), но оттоке инвестиций из экономики (1,98) и снижении корпоративной социальной ответственности (47,77). В странах

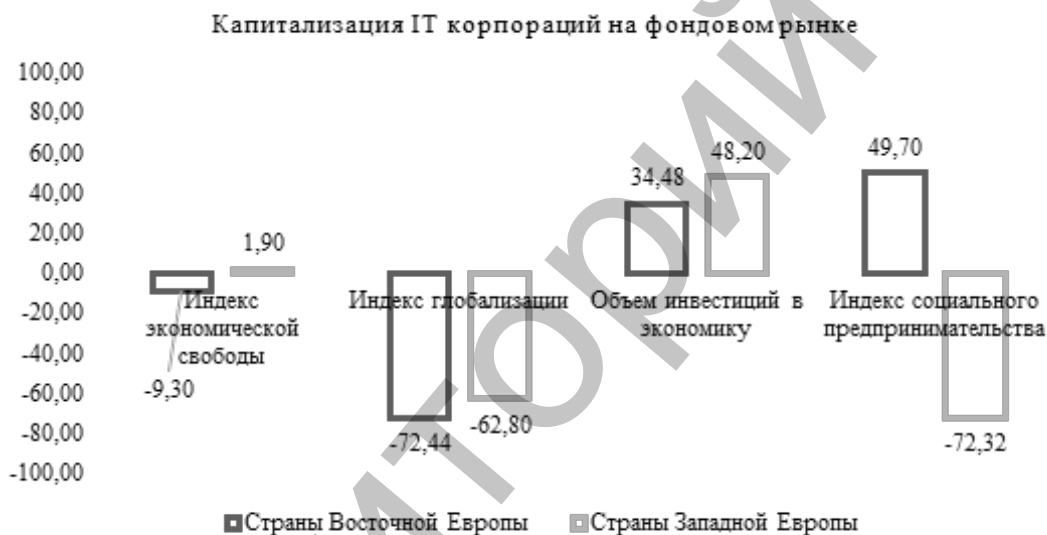


Рисунок 2 – Корреляция капитализации IT-корпораций на фондовом рынке с источниками качества в индустрии 4.0, %
 Источник: рассчитано и построено автором.

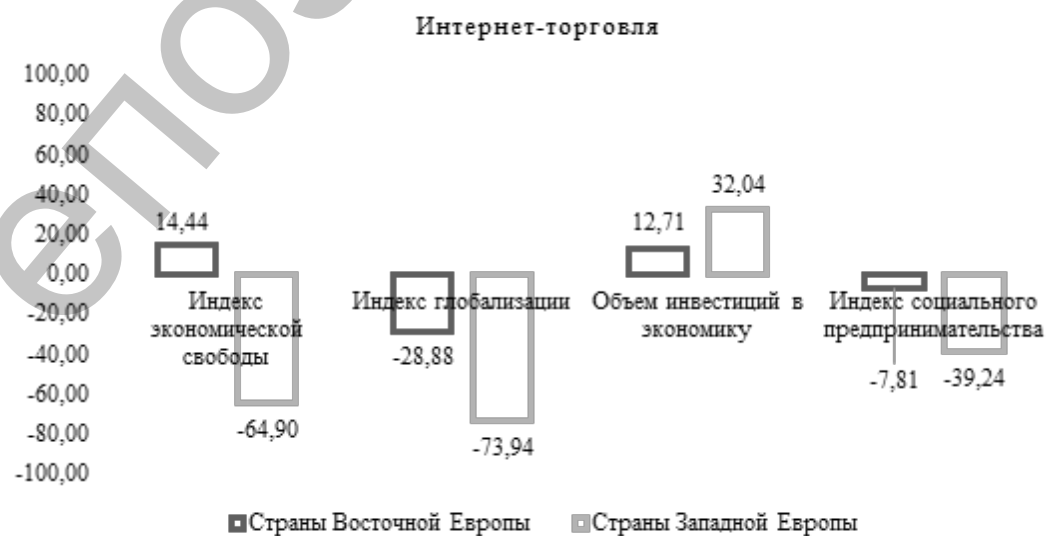


Рисунок 3 – Корреляция интернет-торговли с источниками качества в индустрии 4.0, %
 Источник: рассчитано и построено автором.

Западной Европы трансфер знаний повышается при увеличении экономической свободы (-92,30%), глобализации (-40,77%), развитии социального предпринимательства (-57,05%), но оттоке инвестиций из экономики (23,26%).

В соответствии с рисунком 6 в странах Восточной Европы кибербезопасность повышается при увеличении экономической свободы (-10,65%), глобализации (-20,68%), притоке инвестиций в экономику (-64,05%), но при сокращении корпоративной социальной ответственности (24,87%). В странах Западной Европы кибербезопасность повышается при увеличении экономической свободы (-53,41%), притоке инвестиций в экономику (-11,32%), развитии социального предпринимательства (-43,09%), но при де-глобализации (18,31%).

В соответствии с рисунком 7 в странах Восточной Европы качество программного обеспечения повышается при увеличении экономической свободы (-8,28%), глобализации (-80,37%), но при оттоке инвестиций из экономики (21,55%) и снижении корпоративной социальной ответственности (49,96%). В странах Западной Европы качество программного обеспечения повышается при увеличении экономической свободы (-68,01%), но при де-глобализации (30,84%), оттоке инвестиций из экономики (6,15%) и сокращении корпоративной социальной ответственности (1,78%).

Усредненная корреляция элементов качества с источниками качества в индустрии 4.0 отражена на рисунке 8.

В соответствии с рисунком 8 в странах Восточной и Западной Европы выделенные источники

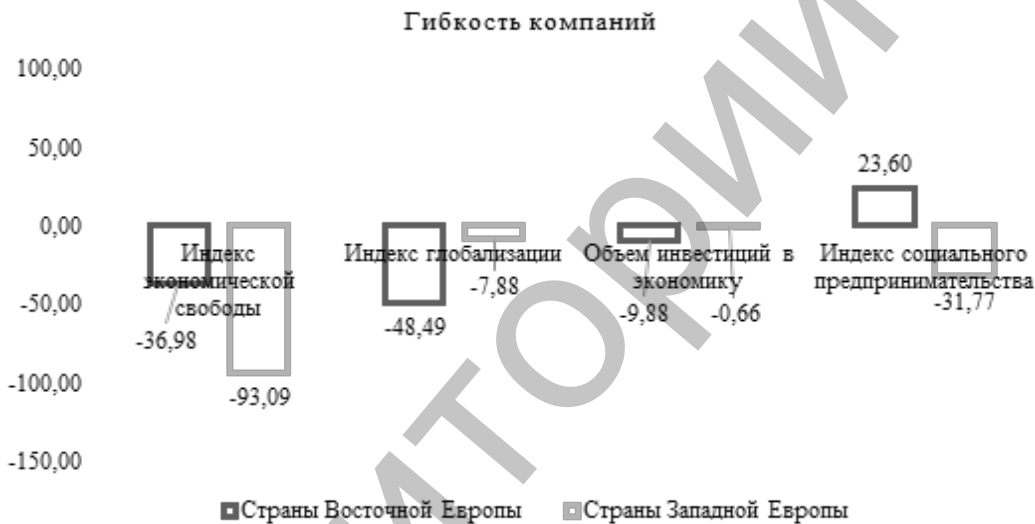


Рисунок 4 – Корреляция гибкости компаний с источниками качества в индустрии 4.0, %
Источник: рассчитано и построено автором.

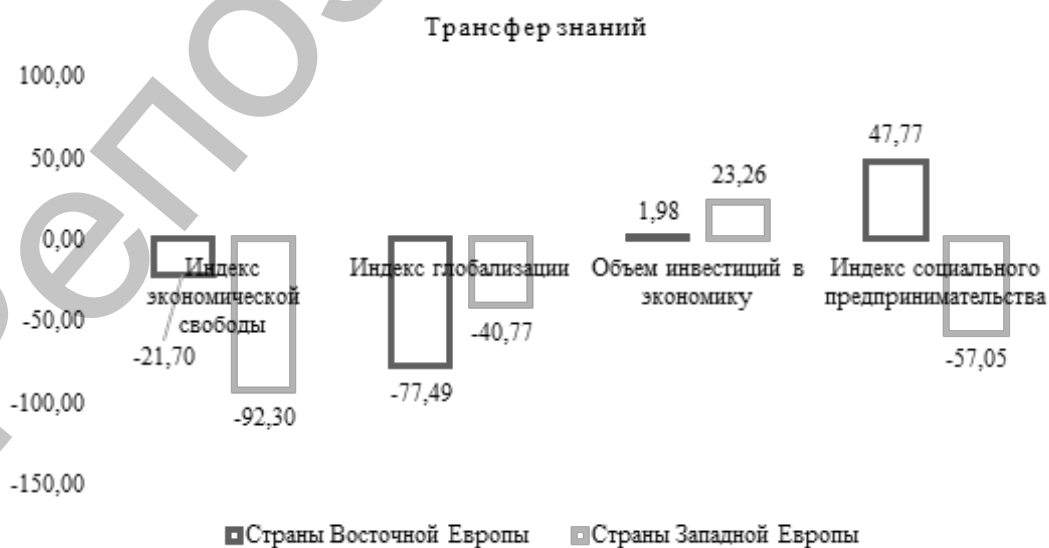


Рисунок 5 – Корреляция трансфера знаний с источниками качества в индустрии 4.0, %
Источник: рассчитано и построено автором.

качества в целом оказывают позитивное влияние на качество индустрии 4.0. Элементы качества индустрии 4.0 расположены в порядке управляемости на базе выделенных источников качества: трансфер знаний (-41,71% и -12,36% соответственно), гибкость компаний (-33,35% и -17,94% соответственно), интернет-торговля (-36,51% и -2,38% соответственно), кибербезопасность (-22,38 и -17,63% соответственно), капитализация IT-корпораций на фондовом рынке (-7,31% и -4,28% соответственно) и программное обеспечение (-21,26% и 0,61% соответственно). В странах Западной Европы управляемость качества индустрии 4.0 значительно выше (-27,09%) по сравнению со странами Восточной Европы (-9%).

Источники качества индустрии 4.0 имеют разное значение в рассматриваемых группах стран. В странах Восточной Европы они распреде-

лены в порядке убывания значимости следующим образом: индекс глобализации (-54,72%), индекс экономической свободы (-12,08%), объем инвестиций в экономику (-0,53%), индекс социального предпринимательства (31,35% – незначим). В странах Западной Европы они распределены в порядке убывания значимости следующим образом: индекс экономической свободы (-61,63%), индекс социального предпринимательства (-40,28%), индекс глобализации (-22,71%) и объем инвестиций в экономику (16,28% – незначим).

Опыт и перспективы построения когнитивной экономики на базе производственно-технологических факторов в РФ и ЕС

Для изучения влияния производственно-технологических факторов на построение когнитивной экономики в Российской Федерации и странах Европейского союза в 2020 г. на основе

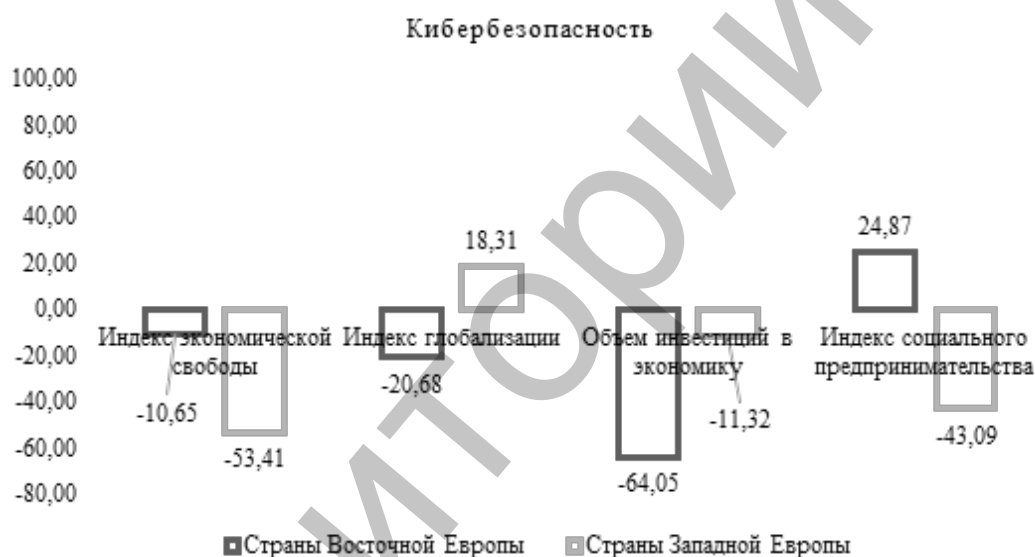


Рисунок 6 – Корреляция кибербезопасности с источниками качества в индустрии 4.0, %
Источник: рассчитано и построено автором.



Рисунок 7 – Корреляция программного обеспечения с источниками качества в индустрии 4.0, %
Источник: рассчитано и построено автором.

таблицы 2 проведен регрессионный анализ по полной выборке стран, результаты которого отражены в таблице 3.

Для обоснования надежности результатов регрессионного анализа проверим их на соответствие Теореме Гаусс – Маркова. Кросс-корреляция факторных переменных во всех случаях ниже 0,90 и составляет: $r_{x_1x_2} = 0,76$, $r_{x_1x_3} = 0,25$, $r_{x_2x_3} = 0,25$, следовательно, дублирующие переменные отсутствуют. Множественные R для всех трех полученных моделей превысили 0,75 и составили 0,8079, 0,8199 и 0,7663 соответственно, что указывает на тесную связь переменных. Значимость F в первом уравнении регрессии составила 0,0304, и потому оно значимо на уровне $\alpha = 0,05$ ($0,0304 < 0,05$), во втором уравнении – 0,0244 – оно также значимо на уровне $\alpha = 0,05$ ($0,0244 < 0,05$), а в третьем уравнении – 0,0584 – оно не значимо на уровне $\alpha = 0,05$ ($0,0584 > 0,05$).

Табличное значение F-критерия Фишера при $k_1 = m = 3$, $k_2 = n - m - 1 = 12 - 3 - 1 = 8$ (где m – число факторных переменных, n – число стран в выборке) $F_{табл} = 4,07$. F-тест пройден только для первой ($F_{набл} > F_{табл}$, $5,01 > 4,07$) и второй ($F_{набл} > F_{табл}$, $5,47 > 4,07$) моделей, но не пройден для третьей модели $F_{набл} < F_{табл}$ ($3,79 < 4,07$). Поэтому третью модель целесообразно исключить из дальнейшего исследования и признать, что высокотехнологичный экспорт не определяется производственно-технологическими факторами в Российской Федерации и Европейском союзе. В связи с этим остаются два первых уравнения множественной линейной регрессии:

$- y_1 = 72,25 + 0,18x_1 - 0,74x_2 - 0,26x_3$, согласно которому индекс инноваций снижается по мере роботизации науки (при ее улучшении на 1-е место в рейтинге) на 0,18 балла, но увеличивается по мере роботизации промышленности науки (при ее улучшении на 1-е место в рейтинге) на 0,74 балла, а также по мере наращивания использования больших данных и интеллектуальной аналитики науки (при ее улучшении на 1-е место в рейтинге) на 0,26 балла;

$- y_2 = 1,02 - 0,0001x_1 - 0,0032x_2 - 0,0016x_3$, согласно которому индекс инноваций увеличивается по мере роботизации науки (при ее улучшении на 1-е место в рейтинге) на 0,001, по мере роботизации промышленности науки (при ее улучшении на 1-е место в рейтинге) на 0,0032, а также по мере наращивания использования больших данных и интеллектуальной аналитики науки (при ее улучшении на 1-е место в рейтинге) на 0,0016.

На базе полученных регрессионных моделей симплекс-методом определены значения факторных переменных, при которых проявления когнитивной экономики в Российской Федерации и странах Европейского союза достигают уровня лидеров глобальных рейтингов по значению индекса инноваций (67,24 балла у Швейцарии) и индекса человеческого развития (0,954 балла у Норвегии). Перспективы построения когнитивной экономики на базе производственно-технологических факторов в Российской Федерации и странах Европейского союза в период до 2024 г. отражены на рисунке 9.

Согласно рисунку 2 для увеличения индекса инноваций с 48 баллов до 67,24 балла

Усредненная зависимость элементов качества от факторов



Усредненное влияние факторов на качество

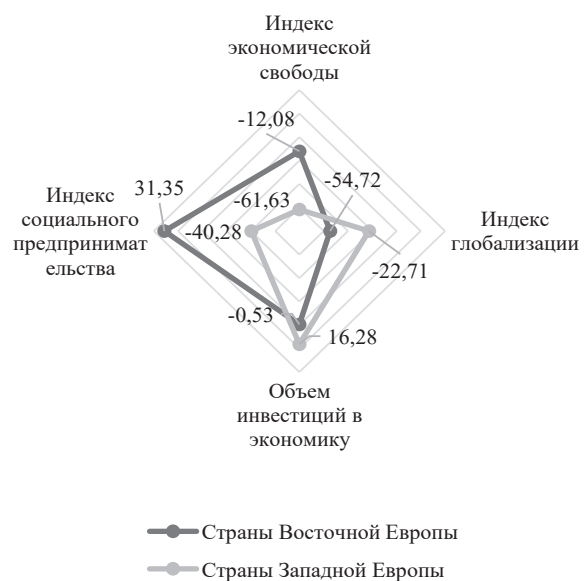


Рисунок 8 – Усредненная корреляция элементов качества с источниками качества в индустрии 4.0, %
Источник: рассчитано и построено автором.

(на 40,07%) при одновременном увеличении индекса человеческого развития с 0,88 до 0,97 (на 10,39%) в Российской Федерации и странах Европейского союза в период до 2024 г. управление производственно-технологическими факторами должно обеспечить: повышение уровня роботизации промышленности с 25,50 места до 4,84 места (на – 81,01%) и рост активности использования больших данных и интеллектуальной аналитики с 34,58 места до 19,72 места (на –42,99%), в то время как использование роботов в науке и образовании может остаться на уровне 2020 г. (21,33 место) [12–18].

Заключение. В результате проведения исследования выдвинутая гипотеза подтверждена и

доказано, что в Российской Федерации и странах Европейского союза производственно-технологические факторы в целом демонстрируют и положительную связь с проявлениями когнитивной экономики (27,09% в странах Восточной Европы и 9% в странах Западной Европы), но их влияние противоречиво, о чем свидетельствует наличие не только положительной, но и отрицательной корреляционной и регрессионной зависимости рассмотренных показателей.

Обосновано, что элементы качества индустрии 4.0 характеризуются разной управляемостью. Наиболее управляемым является трансфер, за ним следует гибкость компаний, затем интернет-торговля, кибербезопасность и капи-

Таблица 3 – Регрессионная статистика влияния производственно-технологических факторов на построение когнитивной экономики

Регрессионная статистика	Индекс инноваций (y1)	Индекс человеческого развития (y2)	Высокотехнологичный экспорт (y3)
Множественный R (коэффициент детерминации)	0,8079	0,8199	0,7663
Значимость F	0,0304 значимо на уровне $\alpha = 0,05$ ($0,0304 < 0,05$)	0,0244 значимо на уровне $\alpha = 0,05$ ($0,0244 < 0,05$)	0,0584 не значимо на уровне $\alpha = 0,05$ ($0,0584 > 0,05$)
Fнабл	5,01	5,47	3,79
Fтабл	при $k_1 = m = 3, k_2 = n - m - 1 = 8$ Fтабл = 4,07		
F-тест	Fнабл > Fтабл (5,01 > 4,07) пройден	Fнабл > Fтабл (5,47 > 4,07) пройден	Fнабл < Fтабл (3,79 < 4,07) не пройден
Постоянная	72,25	1,02	22,45
Коэффициент при x1	0,18	-0,0001	0,20
Коэффициент при x2	-0,74	-0,0032	-0,49
Коэффициент при x3	-0,26	-0,0016	0,00

Источник: рассчитано и построено автором.

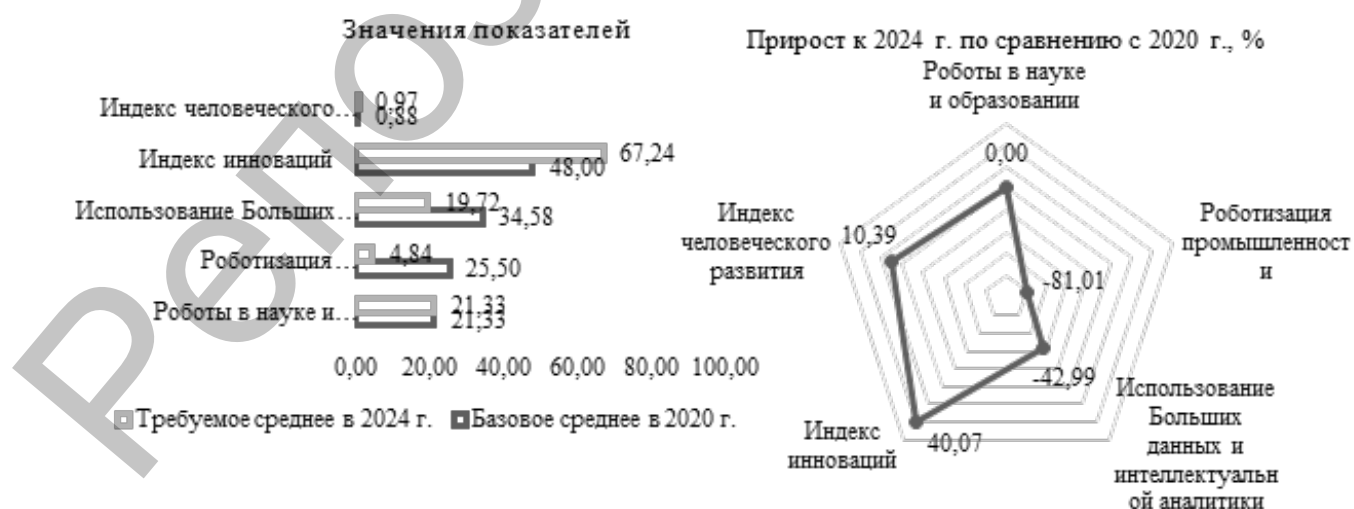


Рисунок 9 – Перспективы построения когнитивной экономики на базе производственно-технологических факторов в РФ и ЕС в период до 2024 г. Источник: рассчитано и построено автором.

тализация IT-корпораций на фондовом рынке. На последнем месте по управляемости находится программное обеспечение. Источники качества индустрии 4.0 различны в странах Западной (экономическая свобода, корпоративная социальная ответственность, глобализация) и Восточной (глобализация, экономическая свобода, приток инвестиций в экономику) Европы.

Опыт построения когнитивной экономики на базе производственно-технологических факторов в Российской Федерации и странах Европейского союза свидетельствует о том, что высокотехнологичный экспорт не зависит от них. Между тем производственно-технологическими факторами определяются инновации и человеческое развитие. Разработанная программно-целевая стратегия управления качеством в индустрии 4.0 и построения когнитивной экономики на базе производственно-технологических факторов в Российской Федерации и странах Европейского союза отражает вышеперечисленные выводы и опирается на такие инструменты управления производственно-технологическими факторами, как роботизация промышленности, а также использование больших данных и интеллектуальной аналитики.

Вклад проведенного исследования в развитие экономической науки состоит в структурировании элементов качества индустрии 4.0, обосновании их управляемости и выявлении ключевых источников повышения качества индустрии 4.0 в странах Западной и Восточной Европы. Теоретическая значимость исследования также подтверждается доказательством значимого влияния производственно-технологических факторов на проявления когнитивной экономики в Российской Федерации и странах Европейского союза.

Acknowledgement

The work was supported by Russian Science Foundation (project № 20-18-00314).

Литература

1. Inshakova, E.I. Neo-Industrialization of the Russian Economy: Technological and Digital Development. Ubiquitous Computing and the Internet of Things: Prerequisites for the Development of ICT / E.I. Inshakova, A.Y. Ryzhenkov, A.O. Inshakova // Studies in Computational Intelligence / ed. E.G. Popkova. – Cham: Springer Science + Business Media, 2019. – Vol. 826. – P. 239–250.
2. Inshakova, A.O. The model of distribution of human and machine labor at intellectual production in industry 4.0 [Electronic resource] / A.O. Inshakova, E.E. Frolova, E.P. Rusakova, S.I. Kovalev // Journal of Intellectual Capital. – 2020. – Vol. 21, № 4. – Mode of access: <https://doi.org/10.1108/JIC-11-2019-0257>. – Date of access: 10.02.2021.

3. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. – 2020. – Режим доступа: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/>. – Дата доступа: 28.08.2020.
4. Europe investing in digital: the Digital Europe Programme [Electronic resource] // European Commission. – 2020. – Mode of access: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/europe-investing-digital-digital-europe-programme>. – Date of access: 28.08.2020.
5. Verma, A. Industry 4.0: reshaping the future of HR / A. Verma, M. Bansal, J. Verma // Strategic Direction. – 2020. – Vol. 36, iss. 5. – P. 9–11.
6. Hoe, S.L. Thinking about how to think: cognitive skills to stay relevant in a digital economy / S.L. Hoe // Human Resource Management International Digest. – 2017. – Vol. 25, iss. 5. – P. 1–3.
7. Hoerlsberger, M. Innovation management in a digital world / M. Hoerlsberger // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2019. – Vol. 30, iss. 8. – P. 1117–1126.
8. Szlagowski, M. The adaptation of business process management maturity models to the context of the knowledge economy / M. Szlagowski, J. Berniak-Woźny // Business Process Management Journal. – 2019. – Vol. 26, iss. 1. – P. 212–238.
9. Behmer, F.J. Organizational planning for quality management in the digital age / F.J. Behmer, R. Jochem // Business Process Management Journal. – 2019. – Vol. 26, iss. 3. – P. 679–693.
10. Dellermann, D. Innovation risk in digital business models: the German energy sector / D. Dellermann, A. Fliaster, M. Kolloch // Journal of Business Strategy. – 2017. – Vol. 38, iss. 5. – P. 35–43.
11. Flores, E. Human Capital 4.0: a workforce competence typology for Industry 4.0 / E. Flores, X. Xu, Y. Lu // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2020. – Vol. 31, iss. 4. – P. 687–703.
12. Stuart, D. Knowledge Machines: Digital Transformations of the Sciences and Humanities / D. Stuart // Online Information Review. – 2017. – Vol. 41, iss. 1. – P. 134–134.
13. Inshakova, A.O. Determinants and Prospects for the Legal Harmonization of the Intra-BRICS Trade Turnover in the Digital Form / A.O. Inshakova, E.I. Inshakova, A.V. Lavrentyeva // Digital Economy: Complexity and Variety vs. Rationality. – Cham: Springer Nature. Switzerland. – 2020. – P. 209–219.
14. World Digital Competitiveness Ranking [Electronic resource] // IMD. – 2020. – Mode of access: <https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2019/>. – Date of access: 28.08.2020.
15. World Economic Outlook Database: Total investment [Electronic resource] // International Monetary Fund. – 2020. – Mode of access: <https://www.imf.org>. – Date of access: 28.08.2020.
16. Globalization Index [Electronic resource] // KOF. – 2020. – Mode of access: <https://kof.ethz.ch/en/forecasts-and-indicators/indicators/kof-globalisation-index.html>. – Date of access: 28.08.2020.
17. Index of Economic Freedom [Electronic resource] // The Heritage Foundation. – 2020. – Mode of access: <https://www.heritage.org/index/explore?version=452>. – Date of access: 28.08.2020.
18. Indicators: High-technology exports (% of manufactured exports) [Electronic resource] // World Bank. – 2020. – Mode of access: <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.ME.ZS?view=chart>. – Date of access: 28.08.2020.

Поступила в редакцию 23.03.2021